

DE 198 07 643 C 2

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Trocknen eines Trocknungsgutes an der Oberfläche eines schnell geförderten Trägermaterials, insbesondere zum Trocknen von Druckfarbenschichten auf schnell geförderten Papier. Die Erfindung betrifft insbesondere schnell gefördertes Papier mit einer Fördergeschwindigkeit zwischen 2 und 25 m/s.

Beim Trocknen eines Trocknungsgutes an der Oberfläche eines schnell geförderten Trägermaterials kommt es ganz wesentlich auf eine schnell wirkende Trocknung an. Beispielsweise wird das Trägermaterial entlang seines Förderweges über mehrere Umlenkrollen umgelenkt. Dabei kann an einer bestimmten Umlenkrolle entweder die eine oder die andere Seite des Trägermaterials anliegen. Wird z. B. in einer Vorrichtung zum Bedrucken von Papier eine Druckfarbenschicht auf das Papier aufgebracht und wird das bedruckte Papier mit seiner bedruckten Seite an einer Umlenkrolle anliegend umgelenkt, so muß die Druckfarbenschicht bereits ausreichend trocken sein, bevor das Papier die Umlenkrolle erreicht. Aber auch für andere auf das Bedrucken folgende Arbeitsschritte ist eine ausreichend trockene Druckfarbe Voraussetzung. Hierfür seien beispielsweise das Stapeln von bedruckten Einzelblättern übereinander oder das Aufrollen einer bedruckten Papierbahn genannt.

Aus DE-GM 72 28 906 ist eine Vorrichtung bekannt zum Trocknen von Druckfarben an der Oberfläche einer in eine Förderrichtung geförderten Papierbahn mit einer Strahlungsquelle elektromagnetischer Strahlung, insbesondere von UV-Strahlung, wobei die Strahlungsquelle derart angeordnet ist, daß zumindest ein Teil der elektromagnetischen Strahlung in einer Trocknungszone am Förderweg der Papierbahn auf die Druckfarbe auftrifft, um eine Feuchtkomponente, insbesondere ein Lösungsmittel, von dem Trocknungsgut abzutrennen, mit einem Transportgasanschluß zum Einleiten von Transportgas in einen die Trocknungszone allseitig umschließenden Tunnel, wobei sich der Transportgasanschluß derart seitlich der Trocknungszone befindet, daß das Transportgas aus Richtungen in den Tunnel zugeführt und aus diesem abtransportiert wird, die sich quer zur Förderrichtung erstrecken.

Aus DE 33 32 203 A sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Trocknung einer schnell geförderten Papierbahn bekannt. In einer Trocknungszone wird die Papierbahn mit Infrarot-Strahlung aus einer Infrarot-Strahlungsquelle bestrahlt, so daß Wasser aus der Papierbahn austritt und verdampft. In spezieller Ausgestaltung wird Luft aus Düsen in die Trocknungszone geleitet, wobei die Düsen als sogenannte Luftmesser wirken und eine Dampfzone von der Papierbahn abscheiden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Trocknen eines Trocknungsgutes an der Oberfläche eines schnell geförderten Trägermaterials, insbesondere zum Trocknen von Druckfarbenschichten auf schnell geförderten Papier, anzugeben, mit denen das Trocknungsgut schnell getrocknet werden kann, wobei eine mechanische Deformation des Trocknungsgutes, beispielsweise ein Verschmieren von scharfen Rändern von Druckfarbenaufträgen, vermieden werden kann.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 18 gelöst. Weiterbildungen sind Gegenstand der jeweils abhängigen Ansprüche.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Trocknen eines Trocknungsgutes an der Oberfläche eines schnell in Förderrichtung geförderten Trägermaterials, insbesondere zum Trocknen von Druckfarbenschichten auf schnell geförder-

tem Papier, wird in einer Trocknungszone durch auftretende elektromagnetische Strahlung eine Feuchtkomponente, insbesondere ein Lösungsmittel, von dem Trocknungsgut abgetrennt und wird die abgetrennte Feuchtkomponente durch einen Transportgasstrom aus der Trocknungszone abtransportiert. Elektromagnetische Strahlung, insbesondere Infrarotstrahlung, hat sich als besonders zweckmäßig und effizient für die Trocknung erwiesen. Selbst bei hohen Fördergeschwindigkeiten des Trägermaterials wird nur eine Trocknungszone benötigt, die eine in Förderrichtung kurze Länge hat.

Bei der Abtrennung der Feuchtkomponente von dem Trocknungsgut kann die abgetrennte Feuchtkomponente eine das Trocknungsgut abdeckende Grenzschicht bilden, die das weitere Trocknen behindert. Dabei stellt sich insbesondere ein dynamisches Gleichgewicht an der Oberfläche des Trocknungsgutes ein, bei dem etwa gleich viele Feuchtteilchen aus dem Trocknungsgut austreten wie wieder aus der Grenzschicht in das Trocknungsgut eintreten. Erfindungsgemäß wird daher die abgetrennte Feuchtkomponente durch einen Transportgasstrom aus der Trocknungszone abtransportiert. Insbesondere bei kontinuierlicher Zuführung des Transportgases in die Trocknungszone wird die Entstehung einer trocknungsbehindernden Grenzschicht verhindert, indem die Teilchen der abgetrennten Feuchtkomponente bereits kurze Zeit nach dem Austreten aus dem Trocknungsgut abtransportiert werden.

Die elektromagnetische Strahlung ist vorzugsweise so auf die Absorptionseigenschaften der Feuchtkomponente abgestimmt, daß die Strahlungsenergie im wesentlichen nur von der Feuchtkomponente und nicht von den übrigen Komponenten des Trocknungsgutes und/oder dem Trägermaterial absorbiert wird. Dadurch wird die Feuchtkomponente nicht im eigentlichen Sinne verdampft, sondern werden die Teilchen der Feuchtkomponente gezielt angeregt bzw. aus dem Trocknungsgut herausgeschlagen.

Der Transportgasstrom (D) strömt in einem quer zur Förderrichtung verlaufenden Bereich aus einer Richtung in die Trocknungszone ein, die mit einer Oberflächennormalen des Trocknungsgutes (2) einen Winkel von 60 bis 90°, vorzugsweise von etwa 80°, einschließt, und trifft messerartig an dem Trocknungsgut auf. Dadurch kann das Transportgas aus dem Trocknungsgut ausgetretene Feuchtteilchen mitreißen, ohne einen wesentlichen Anteil seiner kinetischen Energie auf das Trocknungsgut zu übertragen. Eine mechanische Deformation des Trocknungsgutes, was beispielsweise zu einem Verschmieren scharfer Ränder von Druckfarbenaufträgen führen könnte, wird somit vermieden.

Vorzugsweise entfaltet der Transportgasstrom in dem Bereich seines Einströmens in die Trocknungszone eine Nahwirkung, indem er unmittelbar an der Oberfläche des Trocknungsgutes (2) auftrifft, so daß eine durch die abgetrennte Feuchtkomponente (3) gebildete Oberflächenschicht messerartig von dem Trocknungsgut abgehoben wird. Insbesondere verstärkt dabei der flache Auftreffwinkel die messerartige Wirkung.

Insbesondere die Kombination der Nahwirkung mit der Erstreckung des Bereiches, in dem der Transportgasstrom in die Trocknungszone einströmt, quer zur Förderrichtung resultiert in einem vorteilhaften schnellen Trocknungseffekt über die gesamte Erstreckungsbreite des Bereiches.

Günstig ist es, wenn der Transportgasstrom entweder in Förderrichtung des Trägermaterials oder entgegengesetzt der Förderrichtung entlang einer Strecke an der Oberfläche des Trocknungsgutes entlangströmt. Diese Strecke kann insbesondere länger sein als die Länge der Trocknungszone, in der elektromagnetische Strahlung einfällt. Somit wird für einen Abtransport von Feuchtteilchen über die gesamte

Trocknungszone hinweg und sogar über diese hinaus gesorgt.

Um das gegebenenfalls durch die elektromagnetische Strahlung erwärmte Trocknungsgut zu kühlen, ist die Gastemperatur des Transportgasstromes, zumindest vor dem Auftreffen auf die Feuchtkomponente, niedriger als die Temperatur des Trocknungsgutes. Dies ist insbesondere bei wärmeempfindlichem Trägermaterial von Vorteil, da durch die Kühlung des Trocknungsgutes ein Wärmeübertrag von dem Trocknungsgut von dem Trägermaterial reduziert bzw. verhindert werden kann.

Zweckmäßigerweise wird der Transportgasstrom aus expandierter Druckluft gebildet.

Insbesondere wenn die Feuchtkomponente des Trocknungsgutes Wasser ist, hat die auftreffende elektromagnetische Strahlung ein spektrales Intensitätsmaximum, das im nahen Infrarot liegt, insbesondere im Wellenlängenbereich von 0,8 bis 2,0 μm . Dadurch wird ein wesentlicher Anteil der Strahlungsenergie gezielt als Anregungsenergie für Teilchen der Feuchtkomponente, insbesondere Wasser, in das Trocknungsgut eingebracht. In dem genannten Wellenlängenbereich liegen mehrere Absorptionsbanden von Wasser. Aber auch andere Feuchtkomponenten, insbesondere Lösungsmittel, haben Absorptionsbanden in diesen Wellenlängenbereich.

Aus Gründen der Effizienz der ablaufenden thermodynamischen Prozesse, insbesondere zur Erhöhung des Gesamtwirkungsgrades bei der Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens, strömt der Transportgasstrom nach dem Verlassen der Trocknungszone zu der Strahlungsquelle der elektromagnetischen Strahlung, um diese zu kühlen. Insbesondere bei Verwendung von Temperaturstrahlern, die bei einer Temperatur oberhalb von 2500 K betrieben werden, ist eine Kühlung erforderlich. Durch den Transportgasstrom kann entweder auf eine weitere, zusätzliche Kühlung verzichtet werden, oder kann eine solche, zusätzliche Kühlung entsprechend kleiner dimensioniert werden.

Zur Gewährleistung definierter Temperaturverhältnisse wird die Temperatur des getrockneten Trocknungsgutes und/oder die Temperatur der abgetrennten Feuchtkomponente und/oder die Temperatur des Trägermaterials durch Einstellen der Strahlungsflußdichte der in der Trocknungszone auftreffenden elektromagnetischen Strahlung gemäß einer Weiterbildung des Verfahrens geregelt. Vorzugsweise wird die zu regelnde Temperatur mittels eines Pyrometers

Zweckmäßigerweise wird als Strahlungsquelle für die elektromagnetische Strahlung eine elektrische Glühlampe, insbesondere eine Halogenlampe, verwendet und wird zum Einstellen der Strahlungsflußdichte der Glühstrom der Glühlampe eingestellt. Zusätzlich oder alternativ wird zum Einstellen der Strahlungsflußdichte der Abstand der Strahlungsquelle von der Trocknungszone eingestellt.

Besonders effizient ist die Trocknung bei einer Weiterbildung des Verfahrens, bei der durch das Trocknungsgut hindurchtretende, nicht absorbierte Strahlungsanteile der elektromagnetischen Strahlung auf das Trocknungsgut zurückreflektiert werden. Dort werden die zurückreflektierten Strahlungsanteile zumindest teilweise absorbiert. Es erhöht sich der absorbierte Strahlungsanteil. Somit können die zur Erzeugung der elektromagnetischen Strahlung eingesetzten Strahlungsquellen bzw. die eingesetzte Strahlungsquelle hinsichtlich ihrer Strahlungsleistung kleiner dimensioniert werden, oder es kann eine größere Trocknungszone bestrahlt werden. Es ist auch möglich, durch reflektierte Strahlungsanteile Zonen am Förderweg des Trägermaterials zu bestrahlen, auf die keine Strahlung direkt von den Strahlungsquellen bzw. der Strahlungsquelle einfällt. Vorzugs-

weise wird ein für die Reflexion der nicht absorbierten Strahlungsanteile eingesetzter Reflektor gekühlt, insbesondere um die Emission längerwelliger Infrarotstrahlung zu minimieren.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist insbesondere vorteilhaft anwendbar, wenn das Trägermaterial Papier ist, das mit einer Fördergeschwindigkeit zwischen 2 und 25 m/s gefördert wird. In besonderer Ausgestaltung ist das Papier Zeitungspapier, das mit einer Fördergeschwindigkeit zwischen 10 und 20 m/s, insbesondere mit etwas 15 m/s, gefördert wird, oder ist das Papier Thermo-Druckpapier, das mit einer Fördergeschwindigkeit zwischen 2 und 10 m/s, insbesondere mit etwa 5 m/s gefördert wird.

Insbesondere im Fall von Thermo-Druckpapier als Trägermaterial wird die Temperatur des Trägermaterials auf einen Wert unter 70°C, insbesondere unter 50°C eingestellt und/oder geregelt. Auf diese Weise kann eine unerwünschte thermisch bedingte Veränderung des Trägermaterials bzw. seiner Eigenschaften vermieden werden.

Vorzugsweise trifft der Transportgasstrom mit einer Geschwindigkeit zwischen 20 und 120 m/s auf die abzutransportierenden Teilchen der abgetrennten Feuchtkomponente und reißt diese Teilchen mit. Insbesondere beträgt die Geschwindigkeit beim Auftreffen zwischen 30 und 40 m/s. Durch eine ausreichend hohe Transportgasgeschwindigkeit, die beispielsweise in den genannten Bereichen liegt, wird eine trocknungsbehindernde Schicht von aus dem Trocknungsgut abgetrennten Feuchtteilchen zuverlässig aufgelöst und/oder von der Oberfläche des trocknungsgutes abgehoben, bzw. entsteht zumindest unmittelbar an der Oberfläche des Trocknungsgutes erst gar nicht. Gegenüber Versuchen, bei denen auf den erfindungsgemäßen Transportgasstrom verzichtet wurde, sind dadurch um 70 bis 80% höhere Trocknungsraten beobachtet worden.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Trocknen eines Trocknungsgutes an der Oberfläche eines schnell in Förderrichtung geförderten Trägermaterials, insbesondere zum Trocknen von Druckfarbenschriften auf schnell geförderten Papier, weist folgendes auf:

- eine Strahlungsquelle zum Erzeugen elektromagnetischer Strahlung, wobei die Strahlungsquelle derart angeordnet ist, daß zumindest ein Teil der elektromagnetischen Strahlung in einer Trocknungszone am Förderweg des Trägermaterials auf das Trocknungsgut trifft, um eine Feuchtkomponente, insbesondere ein Lösungsmittel, von dem Trocknungsgut abzutrennen,
- einen Transportgasanschluß zum Einleiten von Transportgas und
- eine sich zumindest in Teilen quer zur Förderrichtung erstreckende Transportgasführung (14), die derart ausgebildet und angeordnet ist, daß durch den Transportgasanschluß (12) eingeleitetes Transportgas in die Trocknungszone (T) geführt wird und messerartig an dem Trocknungsgut auftrifft, um die abgetrennte Feuchtkomponente (3) von dem Trocknungsgut (2) abzutransportieren.

Vorteile, die ebenso die erfindungsgemäße Vorrichtung betreffen, wurden bereits oben genannt.

Insbesondere ist der Transportgasanschluß ein Druckluftanschluß und weist die Transportgasführung einen sich quer zum Förderweg erstreckenden Druckluftverteiler auf, insbesondere ein Verteilerrohr, zum Verteilen von in den Druckluftanschluß einströmender Druckluft im wesentlichen über die gesamte Breite des Förderweges. Vorzugsweise reicht somit ein einziger Druckluftanschluß aus, um Druckluft einzuleiten, die über die gesamte Breite des Förderweges zum

Abtransport der Feuchtkomponente aus dem Trocknungsgut dient.

Bevorzugtermaßen weist die Transportgasführung eine etwa entlang dem Förderweg des Trocknungsgutes verlaufende Führungsfläche auf, deren Abstand zum Förderweg sich in Gasströmungsrichtung verringert. Die Führungsfläche endet an einem durch sie und das Trocknungsgut definierten Gasdurchtrittsspalt. Durch den Spalt wird das Trocknungsgas in die Trocknungszone geführt.

Nach dem Durchtritt durch den Spalt kann das Trocknungsgas, je nach Ausgestaltung des Endes der Führungsfläche, Strömungswirbel bilden oder annähernd laminar in die Trocknungszone geführt werden. Strömungswirbel, insbesondere begünstigt durch ein scharfkantig abknickendes Ende der Führungsfläche, beschleunigen den Abtransport von Feuchtteilchen unmittelbar im Bereich hinter dem Spalt, verringern jedoch die Effizienz des Abtransports in größerer Entfernung hinter dem Spalt. Je nach Anwendung kann auf diese Weise die Transportgasströmung in der Trocknungszone optimal durch Formgestaltung des Endes der Führungsfläche eingestellt werden.

Besonders bevorzugt wird eine Ausgestaltung, bei der die Spaltbreite des Gasdurchtrittsspalt zwischen 2 und 15 mm, insbesondere zwischen 5 und 10 mm beträgt. In Kombination mit einem flachen Auftreffwinkel des Transportgasstromes auf die abgetrennte Feuchtkomponente bzw. an der Oberfläche des Trocknungsgutes entsteht bei solch schmalen Gasdurchtrittsspalt insbesondere die messerartige Wirkung. Die abgetrennten Feuchtteilchen werden somit von der Oberfläche des Trocknungsgutes entfernt. Insbesondere bildet das Transportgas über die gesamte Länge der Trocknungszone in Förderrichtung oder entgegengesetzt der Förderrichtung eine strömende Trennschicht zwischen dem Trocknungsgut und bereits abgetrennten Feuchtteilchen. In bestimmter Ausgestaltung nimmt daher, zumindest in der Nähe des Gasdurchtrittsspalt, die Teilchendichte der Feuchtteilchen von der Oberfläche des Trocknungsgutes aus gesehen zunächst, im Strömungsbereich des Transportgasstromes ab und nimmt in größerer Entfernung von dem Trocknungsgut, noch im Transportgasstrom oder jenseits des Transportgasstromes wieder zu. In jedem Fall führt die messerartige Wirkung zu einer höheren Netto-Austrittsrate von Feuchtteilchen aus dem Trocknungsgut, d. h. sie verhindert eine nennenswerte Rückdiffusion der Feuchtteilchen in das Trocknungsgut. Die zuvor genannten Inhalte der Erfindung werden ausdrücklich auch als erfindungswesentlich für Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens beansprucht.

Bevorzugt wird eine Ausgestaltung der Vorrichtung, bei der die Strahlungsquelle eine Glühlampe, insbesondere eine Halogen-Glühlampe ist. Halogen-Glühlampen können kostengünstig im Handel erworben werden. Ihre Emissionstemperatur ist durch Einstellen des Glühstromes auf verschiedene Anwendungen anpaßbar. Günstigerweise sind Lampenreflektoren bzw. Reflektoren im Bereich der Lampe vorgesehen, so daß die von der Lampe emittierte Strahlung möglichst vollständig in der Trocknungszone einfällt. Durch Formgebung und Anordnung der Lampenreflektoren kann auch die räumliche Verteilung des Strahlungsflusses über die Trocknungszone eingestellt werden.

Vorzugsweise wird ein Reflektor zum Reflektieren von durch das Trägermaterial hindurchtretender, nicht absorbierter Strahlung vorgesehen, der auf der der Strahlungsquelle gegenüberliegenden Seite des Förderweges angeordnet ist. Insbesondere ist an dem Reflektor eine Wasserkühlung vorgesehen.

Um die Temperaturverhältnisse in der Trocknungszone und in Förderrichtung hinter der Trocknungszone kontrol-

lieren zu können, weist die Vorrichtung vorzugsweise einen Regelkreis zum Regeln der Temperatur des Trocknungsgutes und/oder der Temperatur der abgetrennten Feuchtkomponente und/oder der Temperatur des Trägermaterials auf. Der Regelkreis umfaßt ein Pyrometer zum Messen der zu regelnden Temperatur, ein Stromstellglied zum Einstellen des Glühstromes der Glühlampe und einen Stromregler, der das Stellglied in Abhängigkeit vom Temperaturmeßwert des Pyrometers betätigt, um den Glühstrom einzustellen.

Alternativ oder zusätzlich zu der Kombination aus Stromstellglied und Stromregler weist die Vorrichtung ein Abstandsstellglied zum Einstellen des Abstandes der Strahlungsquelle vom Förderweg des Trägermaterials und einen Abstandsregler auf, der das Stellglied in Abhängigkeit vom Temperaturmeßwert des Pyrometers betätigt, um den Abstand der Strahlungsquelle einzustellen.

Die Erfindung wird nun anhand der Zeichnung beispielhaft erläutert. Sie ist jedoch nicht auf die gezeigten Ausführungsbeispiele beschränkt. Die einzelnen Figuren der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 einen Querschnitt durch ein Trägermaterial, das an seiner Oberfläche ein Trocknungsgut trägt,

Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Trocknungsvorrichtung in perspektivischer Darstellung.

Fig. 1 zeigt ein Trägermaterial, das aus Papier 1 besteht und an seiner Oberfläche eine Schicht feuchter Druckfarbe 2 trägt. Das Papier 1 wird in der gewählten Darstellung nach rechts transportiert, wie durch einen Pfeil in Transportrichtung R verdeutlicht ist. Auf die Druckfarbe 2 trifft Infrarotstrahlung 4, die teilweise von dem Lösungsmittel Wasser absorbiert wird, das in hohem Prozentsatz, beispielsweise 90%, in der Druckfarbe 2 enthalten ist. Es bildet sich somit in Förderrichtung in oder hinter der Zone, in der die Infrarotstrahlung 4 auftrifft, eine dünne Grenzschicht von Wasserdampf 3, die aus den aus der Druckfarbe 2 herausgeschlagenen Teilchen besteht. Der Wasserdampf 3 behindert die weitere Trocknung der Druckfarbe, wie durch den rechten, nach unten weisenden Pfeil schematisch angedeutet ist. Dabei spielen zumindest zwei Prozesse eine Rolle: Das dynamische Gleichgewicht zwischen in die Druckfarbe 2 eintretenden und aus dieser austretenden Wasserteilchen sowie die Absorption von Strahlung in der Wasserdampfschicht.

Fig. 2 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung 8 zum Trocknen von feuchter, wasserhaltiger Druckfarbe 2 an der Oberfläche einer schnell geförderten Papierbahn 1, insbesondere einer bedruckten Zeitungspapierbahn. Die Papierbahn 1 wird mit einer Geschwindigkeit von etwa 15 m/s gefördert. Wie aus dem Doppelpfeil in Förderrichtung R ersichtlich ist, kann das Papier entweder von rechts nach links oder von links nach rechts gefördert werden, wobei jedoch während eines bestimmten Trocknungsprozesses die Papierbahn nur in eine Richtung gefördert wird. Für die weitere Beschreibung sei angenommen, daß das Papier in der in Fig. 2 gewählten Darstellung von links nach rechts gefördert wird. Die Anordnung der Druckluftführung 14 wäre jedoch für den Fall, daß das Papier von rechts nach links gefördert würde, die gleiche. Gegenüber der Darstellung von Fig. 2 wäre lediglich ein Pyrometer 11 (Funktion wird unten beschrieben) in Förderrichtung hinter der Druckluftführung 14, d. h. links von dieser vorzusehen.

Entlang dem Förderweg der Papierbahn 1 liegt eine Trocknungszone T, in der von Halogenlinienstrahlern 10 emittierte Strahlung auf die Druckfarbe 2 auftrifft, deren energiereichste Anteile im wesentlichen Infrarotstrahlung 4 sind. Insbesondere kann zwischen den Halogenlinienstrahlern 10 und dem Trocknungsgut ein nicht gezeigter Spektralfilter angeordnet sein.

Ein Teil der Infrarotstrahlung 4 wird, entsprechend dem

Absorptionsgrad der Feuchtkomponente in der Druckfarbe 2 und entsprechend dem Absorptionsgrad der Papierbahn 1, nicht absorbiert, sondern durchtritt die Papierbahn 1 und trifft auf einen Infrarot-Reflektor 20, der unterhalb der Papierbahn 1 angeordnet ist. Wie durch einen Pfeil angedeutet ist, reflektiert der Infrarot-Reflektor 20 auf ihn auf auftretende Infrarotstrahlung, so daß diese reflektierte Strahlung 5 auf die Papierbahn 1 zurückgeworfen wird. Ein Teil der reflektierten Strahlung 5 erreicht das Trocknungsgut 2 und wird dort, hauptsächlich von den Wasserbestandteilen der Druckfarbe 2 absorbiert.

Durch einen Druckluftanschluß 12 der Druckluftführung 14 wird Druckluft in ein sich über die gesamte Breite des Förderweges der Papierbahn 1 erstreckendes Verteilerrohr 15 zugeführt. Das Verteilerrohr 15 ist an der vorderen Stirnseite aufgeschnitten dargestellt, um sein Profil erkennbar zu machen. Tatsächlich ist das Verteilerrohr 15 jedoch seitlich geschlossen. Aus dem Verteilerrohr 15 tritt die Druckluft durch eine sich über die gesamte Breite des Förderweges erstreckende Austrittsöffnung 16 aus. Auf dem Weg dorthin wird die Druckluft zunächst entgegengesetzt zur Förderrichtung und dann etwa rechtwinklig abknickend durch einen Querführungsabschnitt in Richtung auf die Papierbahn 1 geleitet. In dem Querführungsabschnitt setzt eine Führungsfläche 17 an, die sich ebenfalls über die gesamte Breite des Förderweges erstreckt. Entlang der Führungsfläche 17 strömt die Luft durch einen Durchtrittsspalt 18 in die Trocknungszone T. Die Führungsfläche 17 und die Papierbahn 1 definieren einen sich in Druckluft-Strömungsrichtung verjüngenden Zwischenraum, in dem die Druckluft strömt. Die Führungsfläche 17 und die von der Umlenkrolle 7 kommende, in gerader Richtung geförderte Papierbahn 1 schließen einen Winkel α von etwa 10° miteinander ein. Die Spaltbreite des sich über die gesamte Breite des Förderweges erstreckenden Durchtrittsspalt 18 beträgt etwa 7 mm. Die durch die Druckluftführung 14 zugeführte Luft strömt mit einer Geschwindigkeit von etwa 35 m/s durch den Durchtrittsspalt 18 in die Trocknungszone T. Über die gesamte Trocknungszone T verteilt werden Wasserdampfteilchen von dem Luftstrom D abtransportiert, die durch die Infrarotstrahlung 4 aus der Druckfarbe 2 herausgeschlagen worden sind. Strömungspfade des Luftstromes D sind durch zahlreiche leicht nach oben gerichtete, gekrümmte Pfeile in g. 2 dargestellt.

Auf eine Stelle des Förderweges der Papierbahn 1, die in Förderrichtung hinter der Trocknungszone T liegt, ist ein Pyrometer 11 gerichtet. Das Pyrometer 11 nimmt somit Strahlungsmessung die Temperatur der von der Papierbahn 1 getragenen Oberflächenschicht auf, die im wesentlichen aus bereits getrockneter Druckfarbe 2 besteht. Der Regler, beispielsweise ein PI- oder ein PID-Regler, empfängt ein Regelsignal aus, das von zwei Sensoren empfangen werden kann. Ein Stromstellglied, das eine kurzfristige, reaktionsschnelle Anpassung des Stromes des Halogenlinienstrahler 10 dient, wird von dem Pyrometer 11 gesteuert, wenn eine meist geringfügige, rasche Anpassung der Strahlungsflußdichte erforderlich ist. Der Temperatur-Meßwert des Pyrometers 11 ist in einem vorgegebenen Regelbereich, in dem die Strahlungsflußdichte abdeckbar ist, wird ein Abgleich zur Stromregelung langsame Abgleich des Stromregelbereich für einen großen Strahlungsflußdichte-Bereich nutzbar zur kurzfristigen Veränderung der Strah-

lungsflußdichte der in der Trocknungszone auftretenden Strahlungsleistung und damit eine Regelung der Temperatur mit geringer Trägheit in dem gesamten Regelbereich der Abstandsregelung möglich.

Vorzugsweise wird in den Druckluftanschluß 12 Druckluft mit geringer Restfeuchte eingeleitet, die durch die anschließende Expansion in dem Verteilerrohr und/oder nach dem Ausströmen aus dem Verteilerrohr 15 abgekühlt wird. Es wird somit trockene, kalte Luft in die Trocknungszone T geleitet. Dies hat den Vorteil, daß einerseits der Abtransport der Feuchtkomponente aus der Trocknungszone T verbessert wird und andererseits die Temperatur der Druckfarbe 2 und damit auch die Temperatur der Papierbahn 1 gering gehalten werden kann. Insbesondere ist es möglich, die Temperatur der Papierbahn 1 unter 50°C zu halten, wobei die Papierbahn 1 mit einer Fördergeschwindigkeit von etwa 5 m/s gefördert wird und die Luftgeschwindigkeit am Durchtrittsspalt 18 etwa 35 m/s beträgt. Die erfindungsgemäße Trocknungsvorrichtung kann insbesondere auch bei Vorrichtungen zum Erstellen blattartiger Druckerzeugnisse, beispielsweise Prospekt-, Zeitschriften- oder Zeichnungsblätter, eingesetzt werden, die das zu bedruckende Ausgangsmaterial mittels einer Unterdruck-Transporteinrichtung fördern. Weiterhin sind das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung mit Vorteil bei Druckvorrichtungen einsetzbar, die individualisierte Druckerzeugnisse herstellen, beispielsweise Fahrscheine mit fortlaufenden Nummern oder aufeinanderfolgende Blätter oder Papierbahnabschnitte mit individuellem Bar-Code. Solche Anlagen verfügen häufig über Tintenstrahldrucker, insbesondere mit einer Druckauflösung von 240 dpi oder besser. Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung bzw. dem Verfahren sind beispielsweise Druckleistungen von 54.000 DIN A4 Blättern pro Stunde möglich.

Bezugszeichenliste

- 1 Papierbahn
- 2 Druckfarbe
- 3 Wasserdampf
- 4 Infrarotstrahlung
- 5 reflektierte Strahlung
- 7 Umlenkrolle
- 8 Trockner
- 10 Halogenlinienstrahler
- 11 Pyrometer
- 12 Druckluftanschluß
- 14 Druckluftführung
- 15 Verteilerrohr
- 16 Austrittsöffnung
- 17 Führungsfläche
- 18 Durchtrittsspalt
- 20 Infrarot-Reflektor
- D Luftstrom
- R Transportrichtung
- T Trocknungszone
- α Führungsflächenwinkel

Patentansprüche

1. Verfahren zum Trocknen eines Trocknungsgutes (2) an der Oberfläche eines schnell in Förderrichtung geförderten Trägermaterials (1), insbesondere zum Trocknen von Druckfarbenschieden auf schnell geförderten Papier, wobei
 - in einer Trocknungszone (T) durch auftretende elektromagnetische Strahlung eine Feuchtkomponente, insbesondere ein Lösungsmittel, von dem

Trocknungsgut (2) abgetrennt wird und
– die abgetrennte Feuchtkomponente (3) durch einen Transportgasstrom (D) aus der Trocknungszone (T) abtransportiert wird,

dadurch gekennzeichnet, daß der Transportgasstrom (D) in einem quer zur Förderrichtung verlaufenden Bereich aus einer Richtung in die Trocknungszone einströmt, die mit einer Oberflächennormalen des Trocknungsgutes (2) einen Winkel von 60 bis 90° einschließt, und messerartig an dem Trocknungsgut auftrifft.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Gastemperatur des Transportgasstromes (D), zumindest vor dem Auftreffen auf die Feuchtkomponente, niedriger als die Temperatur des Trocknungsgutes (2) ist.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 und 2, wobei der Transportgasstrom (D) aus expandierter Druckluft gebildet wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die auftreffende elektromagnetische Strahlung (4) ein spektrales Intensitätsmaximum hat, das im nahen Infrarot liegt, insbesondere im Wellenlängenbereich von 0,8–2,0 µm.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Transportgasstrom (D) nach dem Verlassen der Trocknungszone (T) zu der Strahlungsquelle (10) der elektromagnetischen Strahlung strömt, um diese zu kühlen.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Temperatur des getrockneten Trocknungsgutes (2) und/oder die Temperatur der abgetrennten Feuchtkomponente (3) und/oder die Temperatur des Trägermaterials durch Einstellen der Strahlungsflußdichte der in der Trocknungszone (T) auftreffenden elektromagnetischen Strahlung (4) geregelt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei die zu regelnde Temperatur mittels eines Pyrometers (11) gemessen wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, wobei als Strahlungsquelle (10) für die elektromagnetische Strahlung eine elektrische Glühlampe, insbesondere eine Halogenlampe, verwendet wird und wobei zum Einstellen der Strahlungsflußdichte der Glühstrom der Glühlampe eingestellt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei zum Einstellen der Strahlungsflußdichte der Abstand der Strahlungsquelle (10) von der Trocknungszone (T) eingestellt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei durch das Trocknungsgut (2) hindurchtretende, nicht absorbierte Strahlungsanteile (5) der elektromagnetischen Strahlung (4) auf das Trocknungsgut zurückreflektiert werden.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei das Trägermaterial (1) Papier ist, das mit einer Fördergeschwindigkeit zwischen 2 und 25 m/s gefördert wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei das Papier Zeitungspapier ist, das mit einer Fördergeschwindigkeit zwischen 10 und 20 m/s, insbesondere mit etwa 15 m/s, gefördert wird.

13. Verfahren nach Anspruch 11, wobei das Papier Thermo-Druckpapier ist, das mit einer Fördergeschwindigkeit zwischen 2 und 10 m/s, insbesondere mit etwa 5 m/s, gefördert wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei die Temperatur des Trägermaterials (1), insbesondere des Thermo-Druckpapiers, auf einen Wert unter

70°C, insbesondere unter 50°C, eingestellt und/oder geregelt wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, wobei der Transportgasstrom (D) mit einer Geschwindigkeit zwischen 20 und 120 m/s auf die abzutransportierenden Teilchen der abgetrennten Feuchtkomponente (3) trifft und diese mitreißt, insbesondere mit einer Geschwindigkeit von 30 bis 40 m/s auftrifft.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei der Transportgasstrom (D) derart unmittelbar an der Oberfläche des Trocknungsgutes (2) auftrifft, daß eine durch die abgetrennte Feuchtkomponente (3) gebildete Oberflächenschicht messerartig von dem Trocknungsgut abgehoben wird.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–16, wobei der Winkel, den die Richtung des einströmenden Transportgasstromes (D) mit der Oberflächennormalen des Trocknungsgutes (2) einschließt, etwa 80° beträgt.

18. Vorrichtung (8) zum Trocknen eines Trocknungsgutes (2) an der Oberfläche eines schnell in Förderrichtung geförderten Trägermaterials (1), insbesondere zum Trocknen von Druckfarbschichten auf schnell geförderten Papier, mit

- einer Strahlungsquelle (10) zum Erzeugen elektromagnetischer Strahlung (4), wobei die Strahlungsquelle (10) derart angeordnet ist, daß zumindest ein Teil der elektromagnetischen Strahlung (4) in einer Trocknungszone (T) am Förderweg des Trägermaterials (1) auf das Trocknungsgut (2) trifft, um eine Feuchtkomponente (3), insbesondere ein Lösungsmittel, von dem Trocknungsgut (2) abzutrennen,

- einem Transportgasanschluß (12) zum Einleiten von Transportgas und

- einer sich zumindest in Teilen quer zur Förderrichtung erstreckenden Transportgasführung (14), die derart ausgebildet und angeordnet ist, daß durch den Transportgasanschluß (12) eingeleitetes Transportgas in die Trocknungszone (T) geführt wird und messerartig an dem Trocknungsgut auftrifft, um die abgetrennte Feuchtkomponente (3) von dem Trocknungsgut (2) abzutransportieren,

wobei die Transportgasführung (14) eine etwa entlang dem Förderweg des Trocknungsgutes verlaufende Führungsfläche (17) aufweist, deren Abstand zum Förderweg sich in Gasströmungsrichtung verringert und an einem durch die Führungsfläche (17) und das Trocknungsgut (2) definierten Gasdurchtrittsspalt (18) endet.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, wobei der Transportgasanschluß (12) ein Druckluftanschluß ist und wobei die Transportgasführung (14) einen sich quer zum Förderweg erstreckenden Druckluftverteiler (15), insbesondere ein Verteilerrohr, zum Verteilen von in den Druckluftanschluß (12) einströmender Druckluft im wesentlichen über die gesamte Breite des Förderweges aufweist.

20. Vorrichtung nach Anspruch 19, wobei der Druckluftverteiler (15) eine sich im wesentlichen über die gesamte Breite des Förderweges erstreckende Austrittsöffnung (16) für in die Trocknungszone (T) zu führende Druckluft hat.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 20, wobei die Spaltbreite des Gasdurchtrittsspalt (18) zwischen 2 und 15 mm, insbesondere zwischen 5 und 10 mm beträgt.

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 21, wobei die Strahlungsquelle (10) eine Glühlampe, ins-

besondere eine Halogen-Glühlampe, ist.

23. Vorrichtung nach Anspruch 22, mit einem Regelkreis zum Regeln der Temperatur des Trocknungsgutes (2) und/oder der Temperatur der abgetrennten Feuchtkomponente (3) und/oder der Temperatur des Trägermaterials (1), der folgendes aufweist: 5

- ein Pyrometer (11) zum Messen der zu regelnden Temperatur,
- ein Stromstellglied zum Einstellen des Glühstromes der Glühlampe und 10
- einen Stromregler, der das Stellglied in Abhängigkeit vom Temperaturmeßwert des Pyrometers (11) betätigt, um den Glühstrom einzustellen.

24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 23, mit einem Regelkreis zum Regeln der Temperatur des Trocknungsgutes (2) und/oder der Temperatur der abgetrennten Feuchtkomponente (3) und/oder der Temperatur des Trägermaterials (1), der folgendes aufweist: 15

- ein Pyrometer (11) zum Messen der zu regelnden Temperatur, 20
- ein Abstandsstellglied zum Einstellen des Abstandes der Strahlungsquelle (10) vom Förderweg des Trägermaterials (1) und
- einen Abstandsregler, der das Stellglied in Abhängigkeit vom Temperaturmeßwert des Pyrometers (11) betätigt, um den Abstand der Strahlungsquelle einzustellen. 25

25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 24, mit einem, insbesondere wassergekühlten, Reflektor (20) zum Reflektieren von durch das Trägermaterial (1) hindurchtretender, nicht absorbierter Strahlung, wobei der Reflektor (20) auf der der Strahlungsquelle (10) gegenüberliegenden Seite des Förderweges angeordnet ist. 30

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

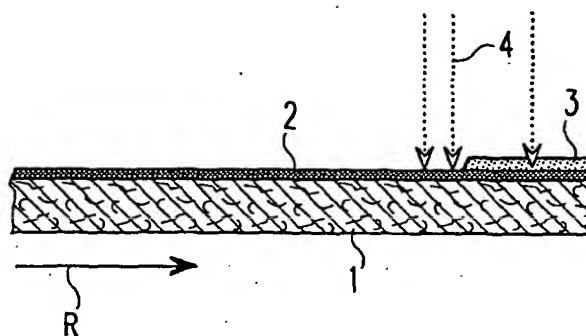


Fig. 1

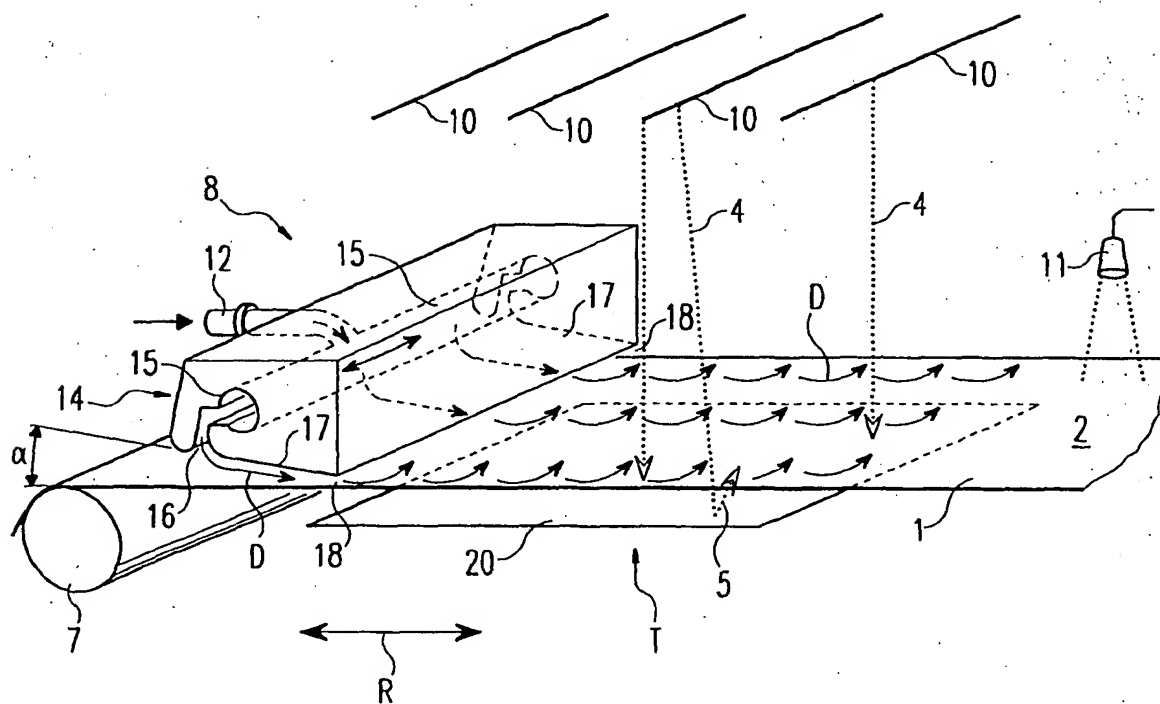


Fig. 2